



Школьникам об атомной энергетике

Выпуски 13–15

Серия: **Хочу все знать!**

2012



И снова я приветствую Вас, дорогие ребята, на нашем очередном уроке! Сегодня у нас очень серьезная и вместе с тем интересная тема. Речь пойдет о радиации...

Поговорим о радиации

Радиация – излучение энергии в виде частиц или электромагнитных волн. Мы живем в мире, в котором радиация является постоянным спутником жизни человека и присутствует повсюду. Она не имеет ни цвета, ни вкуса, ни запаха, поэтому ее нельзя увидеть, почувствовать или услышать.

В течение своей жизни и всего биологического развития человек подвергался и в настоящее время продолжает подвергаться воздействию радиоактивного излучения естественного происхождения. Например: свет и тепло ядерных реакций на Солнце являются источниками естественной природной радиации. Источники радиации разделяют на две категории: внешние и внутренние. К **внешним** источникам относятся космическое (галактическое) излучение, солнечная радиация, излучение от горных пород земной коры и воздуха. **Внутреннее облучение** человека обусловлено радиоактивными веществами, которые попадают внутрь организма с воздухом, водой, продуктами питания. Это радиоактивные газы, поступающие из глубины земных недр (радон, торон и др.), радиоактивный калий, уран, торий, рубидий, радий и др.

За последние несколько десятилетий в жизнь человека в дополнение к природным источникам вошли искусственные (или техногенные) источники радиации. В отличие от естественных источников радиации, искусственная радиоактивность возникла и распространяется исключительно человеком.

В настоящее время основными техногенными источниками радиации являются:

- ✚ *урановая промышленность*, которая занимается добычей, переработкой, обогащением и приготовлением ядерного топлива;
- ✚ *ядерные реакторы* разных типов, в которых происходит управляемая и контролируемая цепная реакция деления ядер урана, плутония или тория;
- ✚ *радиохимическая промышленность*, на предприятиях которой производится регенерация (переработка и восстановление) отработанного ядерного топлива;

- ✚ *места переработки и захоронения радиоактивных отходов (РАО) и отработавшего ядерного топлива (ОЯТ);*
- ✚ *источники ионизирующего излучения, используемые в промышленности, медицине, геологии, сельском хозяйстве и других отраслях;*
- ✚ *ядерные взрывы и возникающее после взрыва радиоактивное загрязнение местности (локальные и глобальные выпадения радиоактивных осадков). Масштабы и уровни радиоактивных загрязнений при этом зависят от типа ядерных боеприпасов, вида взрывов, мощности заряда, топографических и метеорологических условий;*
- ✚ *выбросы угольных и атомных электростанций.*

В предыдущих выпусках я уже рассказывал о том, как мир узнал о существовании радиоактивных изотопов и рентгеновских лучей, и все же, давайте освежим наши знания.

Немного истории

Человечество впервые узнало о существовании невидимого мира излучений высокой энергии, познакомилось с их свойствами и особенностями более 100 лет тому назад. В декабре 1895 г. профессор Вюрцбургского университета В. К. Рентген сообщил ученому миру об открытии нового вида излучений, которые он назвал X-лучами (сегодня известны под названием рентгеновских). Они обладали удивительной способностью: проходить сквозь непрозрачные для видимого света предметы – дерево, картон, ткани человеческого тела.

Открытие чудо-лучей мгновенно выплеснулось со страниц строго научных физических журналов шагнуло в мир и стало, может быть, первой подлинно научной сенсацией, первым шагом в XX век, в эпоху научно-технической революции. В современном мире ядерные технологии нашли применение в науке, технике, медицине, промышленности.

Так все же, что такое радиоактивность?

Радиоактивность – это природное явление: способность атомных ядер некоторых природных элементов (радия, урана, тория и др.), а также искусственных радиоактивных изотопов самопроизвольно (спонтанно) превращаться в другие ядра с испусканием различных видов радиоактивных излучений. Такие элементы называются радиоактивными. Самопроизвольное превращение (распад) приводит к изменению их атомного номера или массового числа. В первом случае происходит превращение одного химического элемента в другой, а во втором – превращение изотопов данного химического элемента.

Характерной чертой радиоактивных излучений является их способность изменять физико-химические свойства веществ, сред и оказывать поражающее действие на живые организмы. Под действием ионизирующего излучения нейтральные атомы и молекулы вещества распадаются на пары положительно и отрицательно заряженных частиц – ионов (происходит ионизация среды).

Ионизирующая способность радиоактивного излучения зависит от его типа и энергии, а также от свойств вещества, с которым оно взаимодействует. Количество ионов, создаваемых излучением на длине в 1 см, называется удельной ионизацией. Чем больше величина удельной ионизации, тем меньший путь пройдет излучение в веществе до полной потери своей энергии. Поэтому, чем больше ионизирующая способность излучения, тем меньше его проникающая способность и наоборот.

Виды радиоактивных излучений

Основные виды радиоактивных излучений: **альфа, бета, нейтронное** – группа корпускулярных излучений, представляющих собой потоки невидимых элементарных частиц, имеющих массу и диаметр; **рентгеновское и гамма-излучения** – группа волновых излучений, имеющих квантовую природу. Это электромагнитные волны.



Альфа-излучение – это поток положительно заряженных частиц, каждая из которых состоит из двух протонов и двух нейтронов (ядра гелия). Проникающая способность этого вида излучения невелика. Оно задерживается несколькими сантиметрами воздуха, несколькими листами бумаги, обычной одеждой. Альфа-излучение может быть опасно для глаз, однако оно практически не способно проникнуть через наружный слой кожи и не представляет опасности до тех пор, пока радионуклиды, испускающие альфа-частицы, не попадут внутрь организма через открытую рану, с пищей или вдыхаемым воздухом – тогда они могут стать чрезвычайно опасными. В результате облучения положительно заряженными альфа-частицами через определенное время могут возникнуть серьезные повреждения клеток и тканей живых организмов.

Бета-излучение – это поток движущихся с огромной скоростью отрицательно заряженных частиц – электронов, размеры и масса которых значительно меньше, чем альфа-частиц.

Прохождение бета-частиц через вещество отличается от процесса распространения в веществе альфа-частиц. Из-за малости массы бета-частица может испытывать значительные отклонения от первоначального направления движения вплоть до изменения направления движения на противоположное. В результате траектория бета-частицы в веществе представляет собой ломаную линию, а под ее пробегом понимают расстояние по прямой от точки входа бета-частицы в вещество до точки ее остановки. Поскольку энергия бета-частиц, испускаемых радионуклидами, изменяется от нуля до нескольких МэВ, то проникающая способность бета-частиц от одного и того же радионуклида неодинакова. Для защиты от бета-излучения необходимо использовать вещества с малыми атомными номерами. Обычно в качестве защитных материалов используют плексиглас, алюминий или стекло. Например, для защиты от потока бета-частиц с энергией около 2 МэВ достаточно листа алюминия толщиной 5 мм.

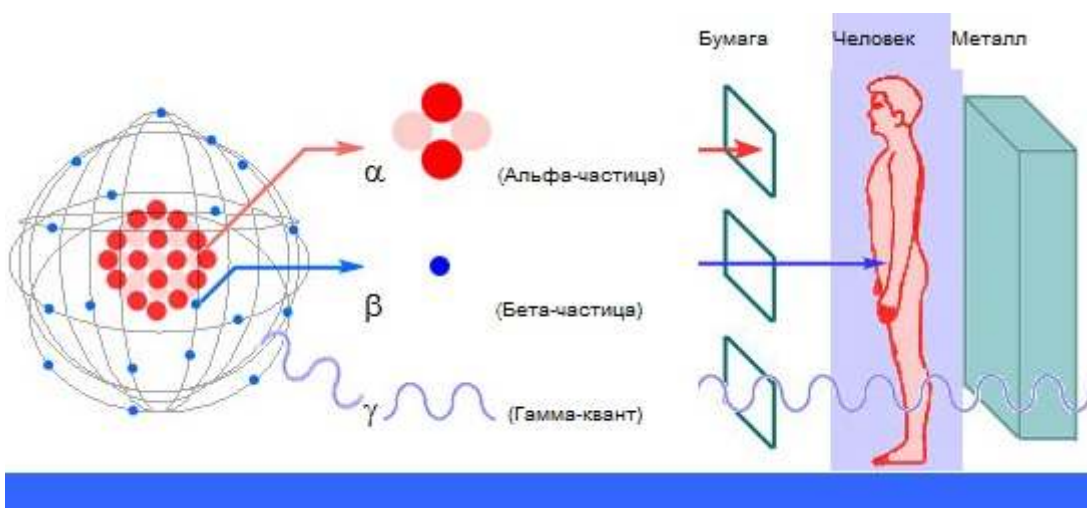
В значительной мере бета-излучение радионуклидов задерживается одеждой, а если и достигает тела, то проникает практически на глубину лишь нескольких миллиметров. Достаточно знать о наличии бета-излучения, чтобы средствами индивидуальной защиты предотвратить попадание радионуклидов внутрь организма.

Попадая на незащищенные участки тела, бета-излучение повреждает кожу и проникает в ткани организма на глубину 1–2 сантиметра. Наибольшую опасность потоки бета-частиц представляют для хрусталиков глаз. Для защиты глаз необходимо использовать очки из органического стекла или прозрачные плексигласовые щитки. Для защиты кожи рук рекомендуется применять защитные перчатки.

Гамма-излучение, – это электромагнитное излучение, испускаемое ядрами атомов при радиоактивных превращениях отдельными порциями – квантами. Оно, как правило, сопровождает бета-распад, реже альфа-распад. Это излучение имеет наибольшую проникающую способность, может распространяться в воздухе на сотни метров. Оно обладает наибольшей поражающей способностью. Если, как мы уже говорили, альфа-частицы полностью поглощаются обычной писчей бумагой, а бета-излучение поглощается металлическими пластинками в несколько миллиметров, то

гамма-излучение проходит через сантиметры свинца и полностью поглощено быть не может.

Защита от него возможна, как говорят специалисты, тремя методами – временем, расстоянием и экранировкой. Иначе говоря: а) в поле излучения в зависимости от интенсивности источника излучения можно находиться лишь определенное время; б) интенсивность излучения с расстоянием спадает, и следует держаться от источника излучения на безопасном расстоянии; в) на пути распространения излучения должен быть помещен экран в виде слоев различных веществ (в зависимости от поглощающей способности материала). Хорошей защитой от гамма-излучений являются тяжелые металлы, например свинец, который для этих целей используется наиболее часто или бетон. В частности, слой свинца толщиной в 1,3 см или бетона в 13 см в два раза ослабляет интенсивность пучка гамма-квантов с энергией в 1 МэВ. Даже в аварийной ситуации небольшой по размерам источник сильного гамма-излучения может быть эффективно ослаблен обычным листовым свинцом до интенсивности меньшей допустимой дозы..



Нейтронное излучение

– это ядерное излучение, представляющее собой поток нейтронов. Нейтроны освобождаются в результате ядерных реакций, происходящих в ядерных реакторах и других промышленных и лабораторных ядерных установках, а также при ядерных взрывах. В зависимости от их энергии, нейтроны делятся на тепловые (медленные) и быстрые. Благодаря отсутствию электрического заряда нейтроны проходят в веществе значительные расстояния. Они легко проникают в живые ткани и захватываются ядрами их атомов. Поэтому нейтронное излучение оказывает сильное поражающее действие. Лучшими защитными материалами от него являются легкие водородсодержащие материалы: полиэтилен, парафин, вода и др., которые поглощают нейтроны. Например, для защиты от нейтронов достаточно слоя воды толщиной 30 см.

Знаки-пиктограммы, предупреждающие о наличии или об опасности радиации



Знак «Радиация» – черно-желтый трилистник, символ радиоактивного источника. Центральный кружок на рисунке – символизирует атом, расходящиеся лучи на значке – излучения.

Знак «Радиационная опасность» – красно-черный символ в виде треугольника и набора интуитивно



понятных пиктограмм, напоминающих комикс. Такой логотип применяется для маркировки радиоактивных источников, способных вызвать смертельный исход или нанести существенный вред здоровью человека от радиации. Утвержден в МАГАТЭ.

Характеристики радиоактивных излучений и единицы их измерения

Радиоактивные вещества распадаются с определенной скоростью. Время, в течение которого распадается половина всех атомов называется **периодом полураспада ($T_{1/2}$)**. Чем больше период полураспада, т. е. чем меньше скорость распада, тем дольше «живет» данный радиоактивный изотоп, создавая радиоактивное излучение. Для разных изотопов период полураспада колеблется в широких пределах. Так, например, период полураспада йода-131 составляет 8,04 суток; стронция-90 – 29,12 года; плутония-239 – 24 119 лет; урана-235 – 703,8 млн. лет, а тория-232 – более 14 млрд. лет.

Кроме скорости радиоактивного распада, к основным характеристикам радиоактивности также относятся: активность, доза излучения, уровень радиации (мощность дозы излучения), степень загрязнения радиоактивными веществами.

Активность (А). Обычно радиоактивные изотопы в организме находятся в смеси с другими веществами и измерение количества радиоактивного вещества по его массе затруднительно. Кроме того, различные изотопы при одной и той же массе обладают различной радиоактивностью. Поэтому для количественной оценки радиоактивного вещества вводится понятие **активность** – количество радиоактивных распадов ядер атомов за единицу времени (распад в секунду). Вначале активность измеряли в Кюри (названа по фамилии Марии Кюри – польской ученой, открывшей искусственную радиоактивность). Кюри – это количество радиоактивного вещества, в котором происходит 37 млрд. распадов ядер атомов за секунду: 1 Кюри (Ки) = $3,7 \cdot 10^{10}$ расп./с. Производными этой единицы активности являются: милликюри – тысячная доля кюри, и микрокюри – миллионная доля кюри. Однако кюри – это внесистемная единица активности. В качестве системной единицы (СИ) активности принят Беккерель (Бк) – один распад в секунду, 1 Ки = $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк.

Доза (Д). Как было сказано, разные виды излучений сопровождаются высвобождением разного количества энергии и обладают разной проникающей способностью, поэтому они оказывают неодинаковое воздействие на ткани живого организма. Повреждений, вызванных в живом организме излучением, будет тем больше, чем больше энергии оно передаст тканям. Количество такой, переданной организму энергии, или, другими словами, количество энергии ионизирующих излучений, поглощенной единицей массы облучаемой среды, называется **дозой**. Дозу облучения организм может получить от любого радионуклида или их смеси независимо от того, находятся ли они вне организма или внутри его (в результате попадания с пищей, водой или воздухом).

Основная характеристика взаимодействия ионизирующего излучения и среды — это ионизационный эффект. Доза облучения характеризует степень ионизации вещества (чем больше доза, тем больше степень ионизации). Поэтому именно доза облучения (или излучения) является мерой поражающего воздействия радиоактивных излучений на живые организмы. Одна и та же доза может накапливаться за разное время, поэтому биологический эффект облучения зависит не только от величины дозы, но и от времени ее накопления. Чем быстрее получена данная доза, тем больше ее поражающее действие, и наоборот.

Различают следующие дозы облучения: *экспозиционная, поглощенная, эквивалентная, эффективная и коллективная.*

Экспозиционная доза (X). В начальный период развития радиационной дозиметрии чаще всего приходилось иметь дело с рентгеновским излучением, распространявшимся в воздухе. Поэтому в качестве количественной меры энергии излучения использовалась степень ионизации воздуха рентгеновских трубок или аппаратов. Для определения ионизирующей способности рентгеновских и гамма-лучей было введено понятие «экспозиционная доза», которое выражает долю энергии излучения, преобразованную в кинетическую энергию заряженных частиц в единице массы атмосферного воздуха. Таким образом, экспозиционная доза – это отношение суммарного заряда всех ионов одного знака в элементарном объеме воздуха к массе воздуха в этом объеме. За единицу измерения экспозиционной дозы гамма-излучения в воздухе принят Рентген (внесистемная единица измерения). Рентген (Р) – это такая доза облучения, при которой в 1 см³ сухого воздуха при температуре 0°С и давлении 760 мм рт. ст. образуется 2,08 млрд. пар ионов. Производными единицами от рентгена являются миллирентген (мР), равный 0,001 Р и микрорентген (мкР), равный 0,000001 Р. В системе СИ единицей измерения экспозиционной дозы является Кулон на кг (Кл/кг). $1 \text{ Кл/кг} = 3,88 \cdot 10^3 \text{ Р}$; $1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$. Именно эта доза измеряется дозиметрическими приборами.

Поглощенная доза (D). По мере расширения знаний об ионизирующем излучении и сферах его применения оказалось, что мера воздействия ионизирующего излучения на вещество не поддается простому определению из-за сложности и многообразия протекающих при этом процессов. Важным из них, дающим начало физико-химическим изменениям в облучаемом веществе и приводящим к определенному радиационному эффекту, является поглощение энергии ионизирующего излучения веществом. В результате этого возникло понятие «поглощенная доза». Поглощенная доза показывает, какое количество энергии излучения поглощено в единице массы любого облучаемого вещества и определяется отношением поглощенной энергии ионизирующего излучения к массе вещества. Поглощенная доза измеряется в радах (внесистемная единица). Рад – это такая поглощенная доза, при которой количество поглощенной энергии в 1 г любого вещества составляет 100 эрг независимо от вида энергии излучения. В системе СИ единица измерения этой дозы – Грэй (Гр). 1 Гр – это такая доза, при которой массе 1 кг передается энергия ионизирующего излучения 1 Дж. $1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$. Производными рада являются: миллирад (мрад), и микрорад (мкрад). Мощность поглощенной дозы излучения (мощность дозы излучения – Вт/кг).

Эквивалентная доза (H). Изучение последствий отдельных источников облучения живых тканей показало, что при одинаковых поглощенных дозах различные виды радиации производят неодинаковое биологическое воздействие на организм. Обусловлено это тем, что более тяжелая частица (например, протон) производит на единице пути в ткани больше ионов, чем легкая (например, электрон). При одной и той же поглощенной дозе разрушительный эффект тем выше, чем сильнее ионизация, создаваемая излучением. Чтобы учесть этот эффект, было введено понятие «эквивалентная доза». Эквивалентная доза рассчитывается путем умножения значения поглощенной дозы на специальный коэффициент – коэффициент относительной биологической эффективности (ОБЭ) или коэффициент качества. Единицей измерения эквивалентной дозы в системе СИ является Зиверт (Зв). Величина 1 Зв равна эквивалентной дозе любого вида излучения, поглощенной в 1 кг биологической ткани и создающей такой же биологический эффект, как и поглощенная доза в 1 Гр фотонного излучения. внесистемной единицей измерения эквивалентной дозы является бэр (до 1963 года – биологический эквивалент рентгена, после 1963 года – биологический эквивалент рада). $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$.

Коэффициент относительной биологической эффективности для различных видов излучений	
Вид излучения	Коэффициент, Зв/Гр
Рентгеновское и γ -излучение	1
β -излучение(электроны позитроны)	1
Нейтроны с энергией меньше 20 кэВ	3
Нейтроны с энергией 0 1–10 МэВ	10
Протоны с энергией меньше 10 МэВ	10
α -излучение с энергией меньше 10 МэВ	20
Тяжелые ядра отдачи	20

Из таблицы следует, что альфа-излучение наносит человеку поражающий эффект в двадцать раз больший, чем такая же доза гамма-излучения.

Эффективная доза (E). – величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности. Она представляет сумму произведений эквивалентной дозы в органах и тканях на соответствующие взвешивающие коэффициенты. Одни органы и ткани человека более чувствительны к действию радиации, чем другие: например, при одинаковой эквивалентной дозе возникновение рака в легких более вероятно, чем в щитовидной железе, а облучение половых желез особенно опасно из-за риска генетических повреждений. Поэтому дозы облучения разных органов и тканей следует учитывать с разным коэффициентом, который называется коэффициентом радиационного риска.

Умножив значение эквивалентной дозы на соответствующий коэффициент радиационного риска и просуммировав по всем тканям и органам, получим эффективную дозу, отражающую суммарный эффект для организма. Единицы измерения эффективной дозы совпадают с единицами измерения эквивалентной дозы и измеряются в Зивертах или бэрах.

Коллективная доза (S). Для оценки ущерба здоровью персонала и населения от стохастических эффектов, вызванных действием ионизирующих излучений, используют коллективную дозу – сумма индивидуальных эффективных доз излучения различных категорий облучаемых лиц за определенный промежуток времени. Коллективную дозу можно подсчитать для населения отдельной деревни, города, административно-территориальной единицы, государства и т. д. Ее получают путем умножения средней эффективной дозы на общее количество людей, которые находились под воздействием излучения. Единицей измерения коллективной дозы в системе СИ является человеко-зиверт (чел.-Зв.), внесистемная единица – человеко-бэр (чел.-бэр).

Уровень радиации (мощность дозы) – величина дозы ионизирующего излучения, отнесенная к единице времени. Характеризует степень радиоактивного заражения местности, акватории, воздушного пространства, различных объектов, кожных покровов человека, поверхностей обмундирования. Имеет размерность соответствующей дозы (поглощенной, экспозиционной и т. п.), деленную на единицу времени. Чем больше уровень радиации (фон), тем меньше времени люди должны находиться на загрязненном участке. В целях безопасности полученная доза облучения не должна превышать допустимую.

Уровень радиации пропорционален активности радиоактивных веществ, которая в соответствии с законом радиоактивного распада непрерывно уменьшается со временем. Поэтому после радиоактивного загрязнения местности, уровень радиации также непрерывно снижается. Например, в г. Киеве, после аварии на ЧАЭС 30 апреля

1986 года радиоактивный фон превышал доаварийный в сотни раз, а к настоящему времени он значительно снизился и превышает доаварийный только в 1,5–2 раза, что в общем-то абсолютно безопасно. К примеру, в районе Алтайских гор, где постоянно проживают люди, естественный фон в 10–20 раз выше, чем установившийся в г. Киеве. Для измерения уровня радиации допускается использование различных специальных единиц (например, Зв/ч, Р/ч, Бэр/мин, сЗв/год и др.).

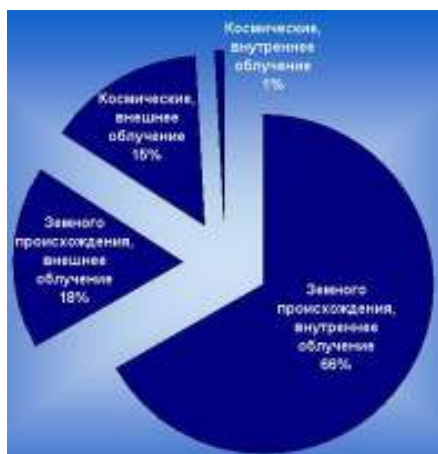
Степень загрязнения радиоактивными веществами – определенный уровень нахождения и распространения радиоактивных веществ на поверхностях, в теле человека, в бытовой и производственной обстановке и в окружающей среде, превышающий их естественное содержание. Характеризуется плотностью загрязнения, которая измеряется количеством радиоактивных распадов атомов, происходящих за единицу времени на единице поверхности, в единице массы или объема, т. е. единицами удельной активности. Знание степени загрязнения позволяет оценить вредное биологическое воздействие радиоактивно загрязненных предметов и веществ при соприкосновении с ними или попадании их внутрь организма. Степень загрязнения радиоактивными веществами продовольствия, воды, фуража, попадающих внутрь организма человека или животного, измеряется в единицах удельной активности.

Радиация в жизни человека

Как мы уже говорили, все живые существа, населяющие нашу планету, в том числе и человек, развиваются в условиях постоянного воздействия различных **естественных** (природных) и **техногенных** (искусственно созданных) источников ионизирующего излучения (ИИИ).

Ионизирующие излучения, происхождение которых связано с естественными радионуклидами, создают **естественный радиационный фон**. Естественный радиационный фон есть неотъемлемый фактор окружающей среды, такой же, как температура, кислород, азот, атмосферное давление и он влияет на жизнедеятельность человека, как и все вещества окружающей среды, с которыми организм находится в состоянии непрерывного обмена.

Один из источников естественного излучения – **космическое**. Это излучение, которое доходит до нас с других планет и звезд. В космосе постоянно происходит огромное множество взрывов, которые сопровождаются выбросами в виде гамма-излучения. И хотя озоновый слой частично защищает нас от его воздействия и задерживает некоторые тяжелые элементы, не давая им проникнуть на Землю, часть космического излучения все же доходит до поверхности Земли. Средний радиационный естественный фон от космического излучения порядка 0,3 мЗв/год. По оценкам ООН,



средние годовые дозы, получаемые людьми во всем мире от естественного фонового излучения, составляют 2,4 мЗв/год, однако в различных частях земного шара они могут существенно отличаться. Важный фактор – местоположение человека, так как естественный фон зависит от высоты над уровнем океана (в горах он гораздо выше) и широты. Чем выше Вы над Землей, тем интенсивнее космическое излучение, с каждой 1000 метров сила воздействия удваивается, а на экваторе уровень излучения гораздо сильнее, чем на полюсах.

Помимо космического излучения радиоактивна и сама

наша планета. В ее поверхности содержится много руд и минералов, содержащих радиоактивные элементы. Сами по себе они представляют опасность лишь вблизи месторождений, однако вследствие человеческой деятельности радиоактивные частицы попадают в наши дома в виде строительных материалов, в атмосферу после сжигания угля, в почву в виде удобрений, а затем и к нам на стол в виде продуктов питания. Известно, что в кирпичном или панельном доме уровень радиации может быть в несколько раз выше, чем естественный фон данной местности. Таким образом, хоть здание и может в значительной мере уберечь нас от космического излучения, но естественный фон легко превышает от использования опасных материалов. Например, в г. Гуарапари (Бразилия) в состав песка входит торий, который создает радиационный фон до 175 мЗв/год, что в 500 раз выше нормы. Существует много таких мест и во Франции, и в Индии, и в Австралии. Таким образом, накопленные дозы от естественного излучения, в течение жизни, могут составить около 100–700 мЗв. Дозы облучения человека считаются низкими, если они сравнимы с уровнями естественного фонового излучения.

На рисунке показано соотношение естественных источников радиации.

Наибольший вклад в среднегодовую дозу облучения земного происхождения (около 3/4) дают не имеющий цвета, вкуса и запаха тяжелый газ радон и продукты его распада. Радон имеет свойство скапливаться под землей в больших количествах, на поверхность же он выходит при добыче полезных ископаемых или через трещины в земной коре. В наружном воздухе его концентрации существенно различаются для различных точек Земного шара. В организм радон поступает при вдохе и вызывает облучение слизистых тканей легких.

Большую часть дозы облучения от радона человек получает, находясь в закрытом непроветриваемом помещении, так как он входит в состав строительных материалов. В зонах с благоприятным климатом концентрация радона в закрытых помещениях в среднем примерно в 8 раз выше, чем в наружном воздухе.



Источники попадания радона в дома и квартиры.



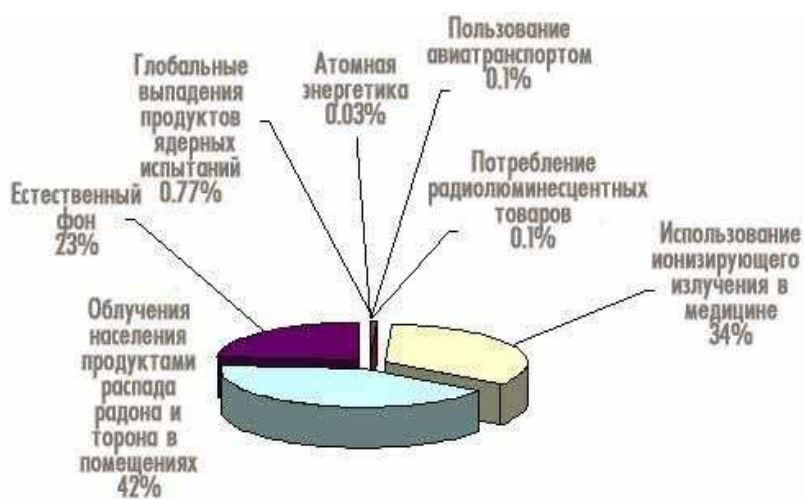
Накопление радона в разных комнатах.

Источником радона являются также строительные материалы, в состав которых входят такие материалы, как гранит и пемза, кальций-силикатрий, шлак и др., обладающие большой удельной радиоактивностью. Радон проникает в помещение из земли через различные трещины в межэтажных перекрытиях, через вентиляционные каналы и т.д. Радон также активно поступает в наши дома с бытовым газом, водопроводной водой (особенно, если ее добывают из очень глубоких скважин), или же просто просачивается через микротрещины почвы, накапливаясь в подвалах и на нижних этажах. Значительное число людей подвергаются заметному облучению из-за высокой концентрации радона внутри домов, где они живут. Что бы уберечься от радиации в бытовых условиях необходимо использовать дозиметрические приборы и не применять опасные с радиационной точки зрения материалы.

Снизить содержание радона, в отличие от других источников радиации, очень просто: достаточно регулярно проветривать помещение и концентрация опасного газа уменьшится в несколько раз.

Источниками радиоактивности могут быть и **удобрения**, так как в их состав входят радионуклиды. В качестве удобрений ежегодно используются несколько десятков млн. тонн фосфатов. Большинство разрабатываемых в настоящее время фосфатных месторождений содержит уран, присутствующий в довольно высокой концентрации. Содержащиеся в удобрениях радиоизотопы проникают из почвы в пищевые продукты, приводят к повышению радиоактивности молока и других продуктов питания.

В XX столетии человечество приобрело дополнительные источники облучения к естественному радиационному фону: медицина и атомное оружие, производство энергии и обнаружение пожаров, поиск полезных ископаемых. Ядерные технологии широко используются в промышленности, сельском хозяйстве (для обеззараживания и улучшения всхожести семян), в материаловедении (для получения новых материалов на основе нанотехнологий) и т. д.



На рисунке для примера приведены доли облучения среднестатистического землянина за год от искусственных источников облучения.

Искусственные источники радиационного облучения существенно отличаются от естественных не только происхождением. Сильно различаются индивидуальные дозы, полученные разными людьми от искусственных

радионуклидов. В большинстве случаев эти дозы невелики, но иногда облучение за счет техногенных источников гораздо более интенсивно, чем за счет естественных.

Самое первое применение источники излучения нашли в медицинской практике. И сейчас это направление успешно развивается, принося огромную пользу людям в диагностике и лечении многих заболеваний. Согласно последним оценкам Научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР ООН), медицинское облучение вносит самый большой и возрастающий вклад в антропогенное облучение. Например, средние уровни облучения, обусловленные применением в развитых странах источников ионизирующего излучения для медицинской диагностики приблизительно эквивалентны 50% глобального среднего уровня естественного облучения.

Медицинское облучение отличается от облучения другими источниками тем, что людей облучают преднамеренно. Оправдание целесообразности такого облучения заключается в том, что польза превышает вред.

Одним из примеров применения источников ионизирующего излучения в медицине является рентгенодиагностика, которая подразделяется на рентгенографию и рентгеноскопию. Рентгеновские установки являются наиболее распространенными источниками искусственного облучения.

Чаще других органов рентгеновским исследованиям подвергаются зубы, грудная клетка и конечности.

Наибольший вклад в дозу от рентгеновского излучения в медицине вносят исследования желудка, нижних отделов кишечника и мочевыделительной системы. При этих исследованиях пациент получает дозы, которые в сотни раз выше, чем дозы при обычных исследованиях зубов или грудной клетки.

При рентгеноскопии пациенту вводится препарат, содержащий гамма-излучающие радионуклиды. Это дает возможность контролировать функционирование отдельного органа, наблюдая за распределением или выведением радионуклидов. В ядерной медицине также используется метод нейтронной терапии – метод лучевой терапии злокачественных опухолей с использованием нейтронов.

Следующий источник облучения, созданный руками человека – радиоактивные осадки, выпавшие в результате испытания ядерного оружия в атмосфере, и, несмотря на то, что основная часть взрывов была произведена еще в 50–60-е годы прошлого столетия, их последствия мы испытываем на себе и сейчас.

В результате взрыва часть радиоактивных веществ выпадает неподалеку от полигона, часть задерживается в тропосфере и затем в течение месяца перемещается ветром на большие расстояния, постепенно оседая на землю, при этом оставаясь примерно на одной и той же широте. Однако большая доля радиоактивного материала выбрасывается в стратосферу и остается там более продолжительное время, также рассеиваясь по земной поверхности. Радиоактивные осадки содержат большое количество различных радионуклидов, в том числе имеющие большие периоды полураспада, и население Земли еще миллионы лет будет получать дозы за счет этого источника излучения.

Один из наиболее обсуждаемых сегодня источников радиационного излучения является атомная энергетика. На самом деле, при нормальной работе ядерных установок ущерб от них незначительный (сотые доли естественного фона). Дозы облучения различаются в зависимости от времени и расстояния. Чем дальше от станции живет человек, тем меньшую дозу он получает.

Осталось указать несколько искусственных источников радиационного загрязнения, с которыми каждый из нас сталкивается повседневно.

Это, прежде всего, строительные материалы, отличающиеся повышенной радиоактивностью. Среди таких материалов – некоторые разновидности гранитов, пемзы и бетона, при производстве которых использовались глинозем, фосфогипс и кальцево-силикатный шлак. К излучению, исходящему от самой постройки, добавляется естественное излучение земного происхождения. Самый простой и доступный способ хотя бы частично защититься от облучения дома или на работе – чаще проветривать помещение.

Повышенное содержание радиоактивных элементов (уран, торий и др.) в некоторых сортах углей может приводить к значительным выбросам радиоактивности в атмосферу в результате сжигания топлива на ТЭЦ, в котельных. Кроме того уголь используется на железной дороге.

Существует огромное количество общепотребительных предметов, являющихся источником облучения. Это, прежде всего, часы со светящимся циферблатом, которые дают годовую ожидаемую эффективную эквивалентную дозу, равносильную получаемой работниками предприятий атомной промышленности и экипажами авиалайнеров. Она в 4 раза превышает дозу, получаемую персоналом АЭС при нормальной эксплуатации. Радиоактивные изотопы используются также в других светящихся устройствах: указателях входа-выхода, в компасах, телефонных дисках, прицелах, в дросселях флуоресцентных светильников и других электроприборах.

При производстве детекторов дыма принцип их действия часто основан на использовании альфа-излучения. Очень незначительны дозы облучения от цветных

телевизоров и рентгеновских аппаратов для проверки багажа пассажиров в аэропортах.

Таким образом, для правильной оценки радиационной опасности необходимо четкое представление о масштабах загрязнения окружающей среды, о реальных механизмах действия радиации, последствиях и существующих мерах защиты.

Основные способы защиты в случае радиационного заражения:

1. Изоляция людей от воздействия излучения. Защитные свойства зданий, сооружений, убежищ, противорадиационных укрытий: коэффициент ослабления (во сколько раз меньше): $K > 1000$ – капитальное бомбоубежище; $K = 50-400$ – подвал; $K = 2$ – дом деревянный, автомобиль.
2. Защита органов дыхания.
3. Герметизация жилых помещений.
4. Защита продуктов питания и воды.
5. Применение радиозащитных препаратов, отказ от употребления свежего молока.
6. Строгое соблюдение режимов радиационной защиты.
7. Обеззараживание и санитарная обработка.
8. Эвакуация населения в безопасные районы.

Респираторы эффективны на 75–85% в зависимости от того, насколько плотно к лицу прилегает маска. Двух- и четырехслойные марлевые повязки имеют меньший процент. Надежная защита органов дыхания – уменьшит риск нахвататься внутреннего облучения от радиоактивной пыли.

Одежда – с капюшоном, водонепроницаемая (если такой нет – сверху можно накинуть пленочный дождевик из полиэтилена). Это защитит от оседающей радиоактивной пыли и, в какой-то степени – от бета-ожога. Гамма-излучение (распространяется от источника – прямолинейно) – никакая одежда не остановит.

В заключении приведу одно из высказываний физиков, долгое время работавших с радиоактивными веществами: **«Излучения не нужно бояться, но следует относиться к нему с должным уважением».**

При подготовке буклета были использованы следующие источники:

<http://www.74-radsafety.ru/>

<http://www.rir.by/>

<http://www.medical-enc.ru/>

<http://dic.academic.ru/>

<http://www.aes.bezkz.su/RSafety/>

<http://www.kakras.ru/doc/dosimeter-radiometer.html>

http://www.dozimetr.biz/radiaciya_vokrug_nas_osnovnie_istochniki.php

Материал подготовили: Брылева В.А., Комаровская Л.В., Зимич Е.Н.

Буклет предназначен для школьников старших классов.

Адреса для контактов:

ГНУ «ОИЭЯИ-Сосны» НАН Беларуси, 220109, Минск, ул. академика А.К. Красина, 99

Тел.: 299-47-61, 299-45-56, факс: 299-43-55, E-mail: valentina.brylioiva@yandex.by

Web-site: <http://www.sosny.bas-net.by>, Web-site: <http://jipnr.basnet.by>

Для получения данного информационного бюллетеня просим подать заявку в электронном виде с указанием своего электронного адреса

©При перепечатке ссылка обязательна

По заказу Министерства энергетики Республики Беларусь